

„Performance Drilling“ am Beispiel des kommunalen Geothermieprojekts Unterföhring

Um die am Standort besonders günstigen Voraussetzungen zur Erschließung von Erdwärme zu nutzen, hat die Gemeinde Unterföhring im Nordosten von München vor rund zehn Jahren die Weichen für die kommunale Fernwärmeversorgung mittels hydrothormaler Geothermie gestellt. Nach zwei im Jahr 2009 abgeschlossenen Bohrungen konnte Mitte Juli 2014 mit der vierten Bohrung die erste hydrothermale Doppeldublette in Deutschland errichtet werden. Am Beispiel der Geothermiebohrungen Unterföhring Th3 und Th4 werden die Grundlagen aufgezeigt, die ein schnelles, risikominimiertes und letztendlich kostengünstiges Tiefbohren im bayerischen Molassebecken ermöglichen.



Abbildungen: Erdwerk GmbH

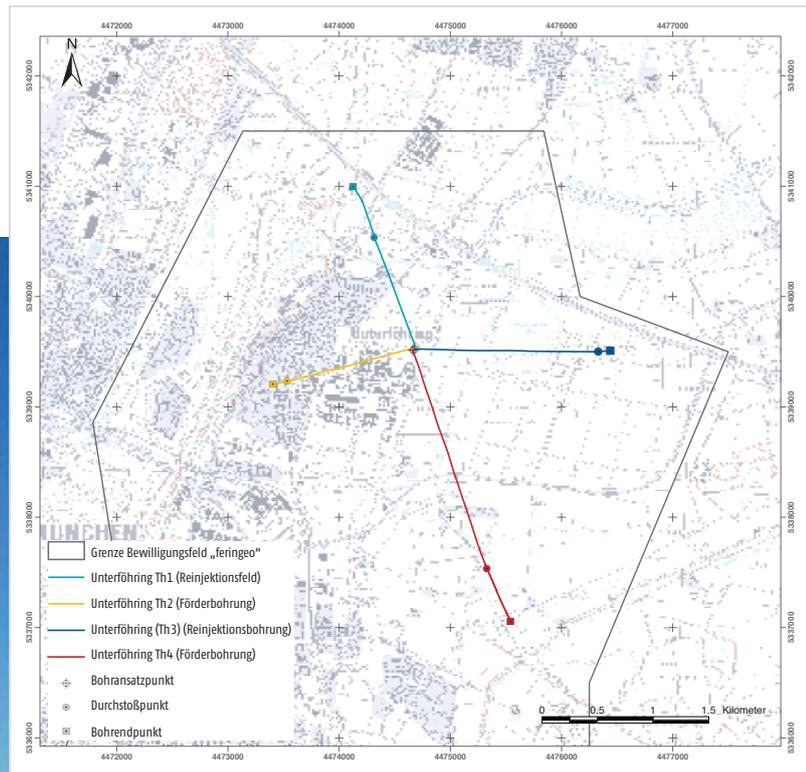
Die Gemeinde Unterföhring im Norden von München fasste vor ca. 10 Jahren den wegweisenden Beschluss in Sachen Energiepolitik, eine kommunale Fernwärmeversorgung mittels hydrothormaler Geothermie aufzubauen. Nach gut drei Jahren Entwicklungszeit begannen im Jahr 2008 die Bohrarbeiten der ersten geothermischen Dublette Unterföhring Th1/Th2 unter der Federführung der GEOVOL Unterföhring GmbH, die zuvor als 100-prozentige Tochter der Gemeinde gegründet wurde. Beide Bohrungen wurden von einem Sammelbohrplatz ausgehend stark abgelenkt abgeteuft, um das Reservoir, den oberjurassischen Malmtiefengrundwasserleiter, in einer Tiefe von ca. 2.000 u. GOK mit einem Horizontalabstand der beiden Bohrungen am Top-Reservoir von ca. 1,3 km zu erschließen. Die Bohrarbeiten der Bohrung Th1 dauerten bis zum Erreichen der Endteufe bei 3.042 m MD 71 Tage. Die Bohrung Th2 erreichte nach 52 Tagen die Endteufe bei 2.578 m MD. Die Fündigkeit der ersten Dublette Th1/Th2 war überaus zufriedenstellend: Aus der Bohrung Th2 lassen sich mehr als 85 l/s von ca. 88 °C heißem Thermalwasser fördern. Der Reinjektionsdruck in der Bohrung Th1 beträgt im laufenden Betrieb

ca. 2 bar. Damit kann eine thermische Leistung von ca. 10 MW aus der ersten Dublette Th1/Th2 der Fernwärmeversorgung bereitgestellt werden.

Aufgrund der stetig steigenden Zahl von privaten und kommunalen Kunden und dem Hinzugewinn einiger gewerblicher Großabnehmer wurde dann bereits ca. ein Jahr nach Fertigstellung der ersten Dublette im Jahr 2010 mit den Vorplanungen für eine weitere Dublette (Th3/Th4) begonnen. Für die Identifikation der Zielgebiete wurde von Beginn an auf einen sog. „Seismic-to-Production-Workflow“ gesetzt, angelehnt an die standardisierten Arbeitsabläufe bei der Kohlenwasserstoffexploration [1].

In der bohrtechnischen Planung wurde ein besonders hohes Augenmerk auf schnelles, kostengünstiges, aber auch risikominimiertes Bohren gerichtet. Mitte Februar 2014 war schließlich Bohrbeginn der 3. Bohrung (Unterföhring Th4) und bereits Mitte Juli, also fünf Monate später, wurden die Testarbeiten an der 4. Bohrung (Unterföhring Th3) abgeschlossen. Unterföhring hatte somit die erste hydrothermale Doppeldublette errichtet (Abb.1). Der folgende Beitrag soll am Beispiel der Geothermie-

Abb. 1 – Übersicht Doppeldublette



bohrungen Unterföhring Th3/Th4 die Grundlagen aufzeigen, die ein schnelles, risikominimiertes und letztendlich kostengünstiges Tiefbohren im bayerischen Molassebecken ermöglichen. Die Eckpunkte zur Erreichung dieser Ziele lauten:

- Fundiertes geologisches Modell als Basis für die weiteren technischen Planungsschritte
- Technische Analyse von Vorgängerprojekten
- Risikobewertung und Maßnahmen zur Risikominimierung
- Technische Planung mit hohem Fokus auf Bohrperformance
- Day-rate-Vertrag als vertragliche Grundvoraussetzung
- Auswahl geeigneter Technik und erfahrenen Personals
- Intensive Vorbereitung der Bohrarbeiten im Zuge der sog. „Ausführungsplanung“
- Intensive geologische und technische Betreuung vor Ort

Geologisches Modell

Die Grundlage für alle weiteren bohrtechnischen Planungsschritte ist ein fundiertes geologisches Modell. Die Kenntnis über geologische Parameter des Reservoirs und der zu durchbohrenden, darüberliegenden Schichten sowie die Identifizie-

rung von problematischen Bereichen ist eine Grundvoraussetzung für eine risikominimierte und performanceorientierte Planung. In Unterföhring war der tiefe Untergrund durch die beiden ersten Bohrungen Th1/Th2 sowie die damals neu gemessene 2D-Seismik bereits bestens erkundet. Drei weitere, speziell für die Bohrungen Th3/Th4 durchgeführte seismische Profile dienten vor allem der Minimierung des Fündigkeitsrisikos. Aber auch ein mögliches bohrtechnisches Risiko, das sich z. B. aus dem unplanmäßigen Anfahren einer Störungszone im Tertiär oder der Kreide ergeben könnte, wurde durch die intensive Vorerkundung minimiert.

Technische Analyse von Vorgängerprojekten

Für eine optimale Bohrplanung nach dem neusten Stand der Technik ist eine Evaluierung und Analyse aktueller Offset-Bohrungen (vergleichbare Referenzbohrungen in der näheren Umgebung) unerlässlich. Erfahrungen und Erkenntnisse können auf diese Weise weitergegeben, bohrtechnischen Problemen vorgebeugt und der Bohrfortschritt optimiert werden. Die Daten und Erfahrungen jeder weiteren Bohrung sollte für die nächste

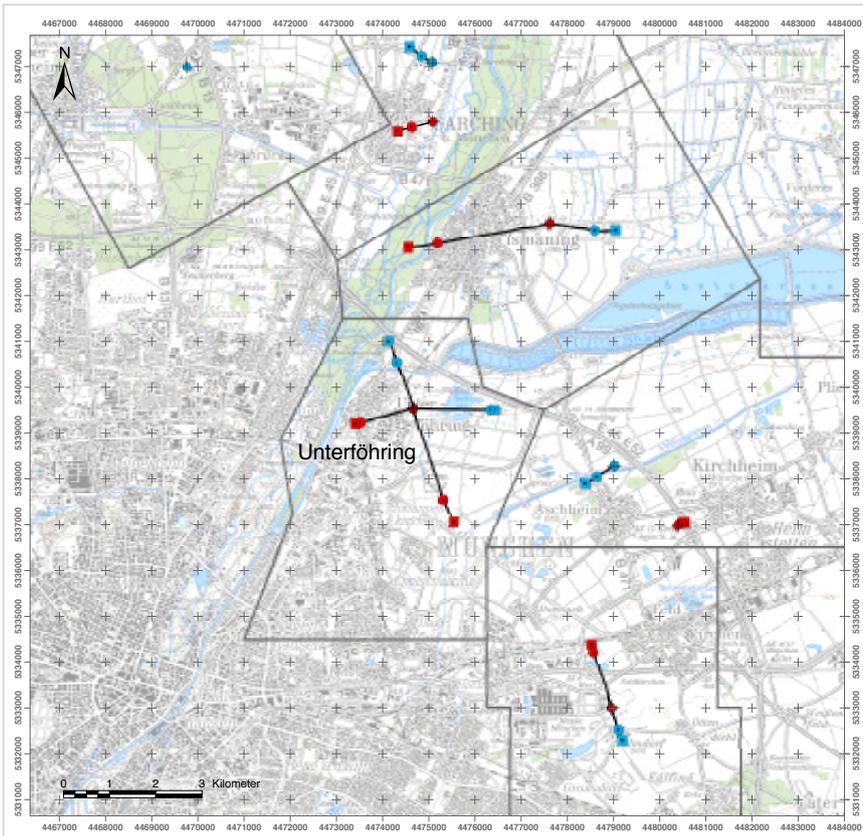


Abb. 2 – Referenzbohrungen für die Bohrungen Unterföhring Th3/Th4



Abb. 3 – PDC-Meißel nach dem Einsatz: Top Performance und wie neu

Bohrung zeitnah evaluiert und dann entsprechend berücksichtigt werden. Auf die Datenaufzeichnung während des Bohrprojektes sollte daher ein großes Augenmerk gelegt werden.

Grundlage für bohrtechnische Evaluierung sind typischerweise folgende Daten:

- Datenaufzeichnung bohrtechnischen Parameter durch Mud-logging-Service,
- Bohrberichte (Tagesberichte),
- Meißelberichte,
- Spülungsberichte,
- Richtbohrberichte,
- Bohrlochmessungen sowie
- interne Aufzeichnungen des Planungsbüros/AG.

Die Analyse der Daten liefert Aufschluss darüber, welche technischen Maßnahmen in der Vergangenheit erfolgreich waren und welche nicht. Diese sog. „Lessons Learned“ wurden für die Erweiterungsbohrungen in Unterföhring vor allem von den vorherigen Bohrungen Unterföhring Th1 und Th2 sowie den Bohrungen in unmittelbarer Nähe (Ismaning, Aschheim) generiert (Abb.2). Diese Bohrungen sind sowohl technisch als auch geologisch absolut vergleichbar. Erfahrungen aus Bohrungen im weiteren Umfeld (z. B. Pullach Th1/Th2) oder Erfahrungen aus tieferen Bohrungen mit größeren Bohrdurchmessern (z. B. Kirchstockach Gt1/Gt2) wurden ebenfalls berücksichtigt, soweit eine Übertragbarkeit gegeben war.

Risikobewertung und Maßnahmen zur Risikominimierung

Um eine möglichst kurze Gesamtdauer der Bohrarbeiten zu erzielen, müssen nicht nur der Bohrprozess sowie alle anderen Arbei-

ten (Rohreinbau, Zementationen etc.) so effizient wie möglich durchgeführt, sondern vor allem die bohrtechnischen Risiken minimiert werden, da die Behebung von Havarien schnell mehr Zeit in Anspruch nehmen kann als das Bohren selbst. Die Risikobewertung wird wie folgt durchgeführt: Zu Beginn werden geologische Problemzonen entlang des Bohrpfad identifiziert. Im nächsten Schritt werden bohrtechnische Hazard-Szenarien für die jeweiligen Problemzonen benannt und die Auftretswahrscheinlichkeit sowie das maximal zu erwartende Schadensausmaß quantifiziert. Das Produkt aus Auftretswahrscheinlichkeit und maximal zu erwartendem Schadensausmaß definiert schließlich, ob das Risiko als akzeptabel oder inakzeptabel zu bewerten ist. Für alle inakzeptablen Risiken werden im nächsten Schritt Maßnahmen gesetzt, um entweder die Auftretswahrscheinlichkeit oder das Schadensausmaß zu verringern. Dabei können technische oder organisatorische Maßnahmen ergriffen werden. Diese Maßnahmen sind beispielsweise der Einsatz von speziellem Equipment, die Anwendung von technischen Verfahren, die Einstellung bestimmter technischer Parameter, die Planung von Arbeitsabläufen bei Eintreten von Hazard-Szenarien oder das präventive Vorhalten von Equipment zur zeiteffektiven Lösung von Problemen. Diese Maßnahmen finden im weiteren Verlauf der Planung und schließlich in der Ausführung Berücksichtigung.

So traten beispielsweise in der Unterföhring Th4 vor Erreichen des Malm-Reservoirs bereits Spülungsverluste in der Kreide auf. Dieses Szenario wurde allerdings, wie oben beschrieben, in der Risikoanalyse berücksichtigt. Pläne zum Vorgehen wurden bereits in der Planung erstellt, benötigtes Equipment wurde in Form eines „Scab Liners“ im Vorfeld der Bohrarbeiten bestellt und am Bohrplatz vorgehalten und die Bohrmannschaft über das Szenario und das Vorgehen bei dessen Eintreten unterrichtet.



Durch diese umfangreichen Vorbereitungen kam es zu keinen Wartezeiten und nur geringen Mehrkosten durch die zusätzlichen technischen Maßnahmen.

Technische Planung mit hohem Fokus auf Bohrperformance

Die bohrtechnische Detailplanung umfasst das Bohrungsdesign und das Bohrprogramm. Im Bohrungsdesign werden im Wesentlichen Bohrfad, Absetzteufen, Bohr- und Verrohrungsdurchmesser, Zementationstrecken, Wandstärken und Stahlgüten der Futterrohre sowie die Bohrlochverflanschung definiert. Es beschreibt also den geplanten Endzustand der Bohrung nach Fertigstellung der Bohrarbeiten. Im Bohrprogramm werden die notwendigen Arbeitsabläufe und das Equipment definiert, um die Bohrung abzuteufen. Dieses beinhaltet typischerweise Bohrsicherungs-ausrüstung, Bohrspülungsprogramm, Zementationsprogramm, Arbeitsabläufe, Richtbohrplanung, Bohrgarnituren, Bohrparameter, Meißelprogramm (Abb. 3), geophysikalisches Messprogramm, Berechnung zur Bohrlochhydraulik und Schleiflastenberechnung.

Diese Bausteine greifen stark ineinander und es ist das Wesen einer bohrtechnischen Planung, dass diese in einem iterativen Prozess abgestimmt werden müssen. Dabei ist es von großer Bedeutung, dass einerseits alle Maßnahmen entsprechend der Risikoanalyse berücksichtigt werden und andererseits der Fokus auf die Erzielung eines maximalen Bohrfortschrittes und einer möglichst effizienten Aneinanderreihung und Durchführung der Nebenarbeiten (z. B. Rohreinbau, Zementation, Bohrlochmessungen etc.) gewährleistet wird.

Der Dayrate-Vertrag als Voraussetzung für kostengünstiges Bohren

Im deutschen Tiefbohrsektor existieren zwei grundlegend verschiedene Hauptvertragsmuster für die Durchführung einer Tiefbohrung. Zum einen können sog. „Turnkey“- oder „Meter“-Verträge mit einer Bohrfirma geschlossen werden. Auf den ersten Blick spielt hier die Bohrzeit für den Auftraggeber keine oder nur eine sehr untergeordnete Rolle, da im Rahmen der Auftragsvergabe Festpreise vereinbart werden. Vor allem für kommunale Auftraggeber, die meist keine eigene Fachkompetenz im Tiefbohrbereich besitzen, mag diese Vertragsform zunächst sehr attraktiv erscheinen. Eine Einmischung des Auftraggebers oder seines Planers in die technischen Details der Durchführung oder Maßnahmen zur Steigerung der Bohrperformance oder Minimierung der technischen Risiken ist aufgrund der Vertragsform nur eingeschränkt möglich und erscheint auch nicht notwendig, da „theoretisch“ allein der Bohrunternehmer das bohrtechnische Risiko trägt. „Theoretisch“ jedoch nur insofern, da geologische Risiken stets aus der Risikoübertragung auf den Bohrunternehmer ausgeklammert werden.

Ein charakteristisches Merkmal der meisten Tiefbohrungen liegt aber genau darin, dass auch teils wenig bekannte Geologie im tiefen Untergrund, frei nach dem Bergmannsmotto „vor

der Hacke ist es duster“ erbohrt wird. Und selbst wenn die Schadensursache rein technischer Natur ist, wird eine Beweisführung hinsichtlich Ursache–Wirkung im tiefen Untergrund nur sehr eingeschränkt möglich. Bohrtechnischen Problemen und Verzögerungen liegen somit praktisch (fast) immer geologische Ursachen zugrunde. Ein Streit über Mehrkosten zwischen dem Auftraggeber und dem Bohrunternehmer ist folglich nahezu vorprogrammiert. Ein weiterer gravierender Nachteil von „Turnkey“- oder „Meter“-Verträgen ist die Tatsache, dass während der Bohrarbeiten regelmäßig Änderungen zum ursprünglichen Arbeitsprogramm notwendig werden, für die dann aber oft die Vertragsgrundlage fehlt.

„Turnkey“- oder Meter-Verträge waren und sind daher bei der Erdöl-/Erdgas-Industrie nicht weit verbreitet. Dort erfolgt die Umsetzung von Projekten fast ausschließlich auf Basis von „dayrate“-Verträgen. Dies erfordert jedoch eine weitreichende Inhouse-Kompetenz beim Auftraggeber oder alternativ ein beratendes Planungsbüro, das sowohl im regionalgeologischen Umfeld, als auch in bohrtechnischen Fragestellungen über ein möglichst umfangreiches Know-How und langjährige Erfahrung im Tiefbohrbereich verfügt.

Auch im Projekt Unterföhring sowie in den meisten kommunalen Geothermieprojekten kam ein Dayrate-Vertrag unter Generalunternehmerschaft zur Anwendung, in dem die Abrechnung der vereinbarten Preise für die Bohranlage und Serviceunternehmen tagesgenau bzw. meist sogar stundengenau erfolgte. Das eingesetzte Material – also Casings, Spülung, Zementation etc. – wird zusätzlich pauschal vergütet.

Beim Dayrate-Vertrag ist das Ziel des Auftraggebers, die Bohrung möglichst schnell, jedoch stets unter Berücksichtigung der geologischen und bohrtechnischen Risiken abzuteufen. Das Einsparungspotenzial im Vergleich zu Pauschalverträgen ist bei entsprechend guter Planung und Ausführung enorm. So entstehen bei einem Dayrate-Projekt in der Größenordnung von Unterföhring je nach eingesetzter Bohranlage und Equipment Bohrkosten zwischen 20.000 und 50.000 Euro pro Tag.

Auswahl geeigneter Technik

Selbst bei bester Vorbereitung und Planung wird ein Bohrprojekt nur kostengünstig durchführbar sein, wenn für die Ausführung geeignetes Equipment und erfahrenes Personal ausgewählt wird. Eine Auswahl des Bohrunternehmers und der Servicefirmen auf alleiniger Grundlage des Preises hat sich für die Tiefbohrbranche als ungeeignet erwiesen. Die Qualität der eingesetzten Technik und des Personals haben einen großen Einfluss auf die Durchführung der Bohrarbeiten und somit auf die anfallenden Kosten. In Unterföhring kam deshalb eine Vergabematrix zum Einsatz, die eine Bewertung der Qualität ermöglicht. Die Qualität wurde dabei vor dem Preis, den Leistungsbedingungen und den zeitlichen Aspekten deutlich höher gewichtet. Die „Qualität“ ergab sich aus der Bewertung der einzelnen relevanten Bohranlagenkomponenten.

Entscheidend für die Wiederholung des Erfolgs ist die konsequente Verfolgung der Strategie, Qualität vor den Preis zu stellen, nicht bei der Planung zu sparen und auf eine intensive Betreuung der Bohrungen vor Ort zu setzen.

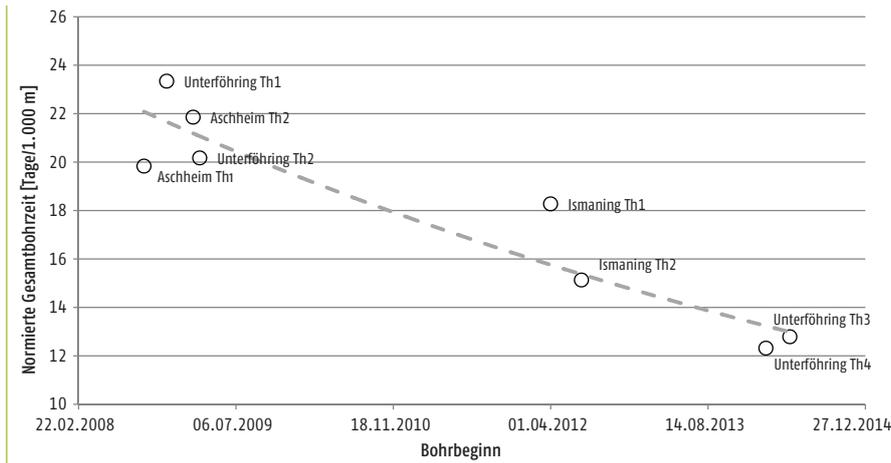


Abb. 4 – Lernkurve der Bohrungen am Standort Unterföhring und Umgebung



Abb. 5 – Thermalwasserkühlung beim Fördertest Th4 und volle Rückhaltebecken

Ausführungsplanung

Die intensive Vorbereitung der Bohrarbeiten im Zuge der sog. „Ausführungsplanung“ nach der Auftragsvergabe – in enger Abstimmung mit Bohrkontraktor und Serviceunternehmen – war ein weiterer wesentlicher Bestandteil, der zum Erfolg in Unterföhring geführt hat. Performance-Ziele müssen bereits im Vorfeld klar definiert und alle Parameter mit den Beteiligten abgestimmt werden. In Unterföhring wurden hierzu mehrere Meetings zwischen dem Planungsbüro des Auftraggebers und den beteiligten Firmen abgehalten. Der Höhepunkt dieser Planungsphase war schließlich das sog. „drill the well on paper“-Meeting, bei dem Ingenieure, Geologen und Techniker aller beteiligten Unternehmen einen Tag lang die Bohrarbeiten Arbeitsschritt für Arbeitsschritt diskutierten und optimierten.

Intensive geologische und technische Betreuung vor Ort

Wenn, wie in Unterföhring, ca. alle 12 Tage 1.000 m Bohrstrecke gebohrt, gemessen, verrohrt und zementiert werden sollen, müssen alle Arbeitsschritte optimiert sein und nahtlos ineinandergreifen. Nicht nur die Bohrmannschaft ist dabei 24 Stunden am Tag gefordert, sondern auch die verantwortlichen Ingenieure und Geologen. Bereitschaftsdienste, Wochenenddienste, Nacharbeit und Schichtdienste stehen an der Tagesordnung. Die Arbeitsprozesse werden vor jeder Sektion in sog. Sektionsmeeting detail-

liert mit dem Personal vor Ort durchgesprochen und abgestimmt. Im täglichen „Morning Meeting“ werden nicht nur sicherheitstechnische und organisatorische Punkte bearbeitet, sondern auch der Bohrprozess und Nebearbeiten evaluiert und optimiert. Vor wichtigen Arbeiten finden noch Pre-Job-Meetings statt, um einen möglichst reibungslosen und auch sicheren Ablauf zu gewährleisten.

Der Bohrprozess in Unterföhring wurde kontinuierlich evaluiert und optimiert. Dafür wurden die wichtigsten Parameter wie z. B. Hakenlast, Meißelbelastung, Drehzahl, Spülrate, Drehmoment, Vibrationen oder Pumpendruck aufgezeichnet und mit den Zielvorgaben sowie den Daten aus den Referenzbohrungen abgeglichen. Kam es zu Abweichungen, wurde unmittelbar die Ursachensuche eingeleitet. Dem folgten geeignete Maßnahmen, um den Bohrprozess zu optimieren.

Die Planung der Bohrung, die Auswahl der Bohranlage und die Vorbereitungen vor Bohrbeginn können zwar die Voraussetzungen für eine gute Bohrperformance schaffen, ob diese jedoch entsprechend umgesetzt wird, steht und fällt mit der Leistung der Mannschaft vor Ort. Hierbei ist der Auftraggeber in der Pflicht, die Bohrarbeiten am Standort intensiv zu betreuen bzw. betreuen zu lassen. Schließlich profitiert er, im Gegensatz zum Bohrunternehmer oder den Servicefirmen, direkt von einer guten Bohrperformance. Bei einer Dayrate von 20.000 bis 50.000

Euro pro Tag und angesichts der hohen Summen, die bei größeren Problemen anfallen können, ist es naheliegend, dass bei der Betreuung vor Ort nicht gespart werden darf.

In Unterföhring wurde seitens der Auftraggebervertretung Erdwerk GmbH die technische Begleitung, geologische Betreuung und das Kostenmanagement durch ein sechsköpfiges Team realisiert. Dafür waren immer ein Geologe und ein Bohringenieur tagsüber vor Ort und in 24-Stunden-Rufbereitschaft. Ein weiterer Mitarbeiter kümmerte sich hauptsächlich um das Kosten- und Nachtragsmanagement. Im Back-Office wurde das Team noch von weiteren drei Mitarbeitern unterstützt, die für die Fortführung des geologischen Modells und des Bohrpfads im 3D-Modell verantwortlich waren, sich um die Dokumentenablage kümmerten und die parallel laufenden Genehmigungsverfahren unterstützten.

Optimales Ergebnis

Die Bohrarbeiten an der Dublette Unterföhring Th3/Th4 dauerten, gerechnet von Bohrbeginn bis zum Ende der Testarbeiten, insgesamt 132 Tage. Die Bohrzeit der ersten Bohrung Th4 betrug von Bohrbeginn bis Erreichen der Endteufe bei 3.897 m MD, inklusive der Behebung der vorangehend beschriebenen Spülungsverluste in der Kreide, lediglich 48 Tage. Die anschließenden Testarbeiten mit Reinigungsflift, Säurestimulation, Kurzzeit-

pumpversuch, Linereinbau, zweiter Säurestimulation und Leistungspumpversuch dauerten noch einmal 28 Tage, sodass bis zur Fertigstellung insgesamt 76 Tage benötigt wurden.

Nach Analyse der Bohrparameter und Arbeitsabläufe in der Umbauzeit der Bohranlage von Th4 auf Th3 konnte die Bohrzeit der anschließenden Bohrung Unterföhring Th3 nochmals gesteigert werden und die Endteufe bei 3.050 m MD wurde nach nur 39 Bohrtagen erreicht. Der Erfolg des kontinuierlichen Optimierungsprozesses kann mit einer Lernkurve beschrieben werden. Dabei werden vergleichbare Bohrungen zeitlich aneinandergereiht und ihr zeitlicher oder finanzieller Aufwand gegenübergestellt. Ist der Optimierungsprozess erfolgreich, zeigt die Lernkurve mit zeitlichem Fortschritt einen abnehmenden Trend des Aufwands. Abbildung 4 zeigt die ermittelte Lernkurve für die Bohrungen am Standort Unterföhring und Umgebung.

Im Vergleich zu vorangegangenen Geothermieprojekten konnten dementsprechend auch die Bohrkosten auf einen neuen Tiefstand gesenkt werden. So liegt der durchschnittliche Bohrmeterpreis der Dublette Th3/Th4 bei ca. 1.100 Euro/m. Dabei nicht eingerechnet sind die Testarbeiten sowie der Bohrplatzbau, da in diesen Punkten nur schwer eine Vergleichbarkeit verschiedener Projekte herzustellen ist. Bei Betrachtung von 20 Geothermiebohrungen im Großraum München liegt ein vergleichbar niedriger Bohrmeterpreis mittlerweile zehn Jahre zurück – und das trotz stetig steigender Preise im Tiefbohrsektor.

Entscheidend für den Erfolg eines Geothermieprojekts ist aber letztendlich die Fündigkeit der Bohrungen, die durch die Produktivität und Fördertemperatur bestimmt wird. Die Bohrungen Unterföhring Th3 und Th4 setzten auch in diesem Punkt die Erfolgsgeschichte des Gesamtprojekts fort. So kann aufgrund der Temperaturentwicklung während der Fördertests an der Bohrung Th4 davon ausgegangen werden, dass im langfristigen Betrieb eine Fördertemperatur von mindestens 93 °C erzielt wird. Bezogen auf die Teufenlage von Top Malm entspricht dies einem Temperaturgradienten von 4,2 °C/100 m. Der Gradient stellt damit zusammen mit den Geothermiebohrungen in Unterhaching im regionalen Umfeld einen absoluten Spitzenwert dar. Im Vergleich dazu liegt der durchschnittliche Temperaturgradient der Geothermiebohrungen (um eine Vergleichbarkeit herzustellen mit Bezugsniveau auf Top Malm) im Großraum München bei ca. 3,7 °C/100 m. Auch die Produktivität der Bohrung Th4 im Endausbau (inkl. Stützliner) liegt mit 11 l/(s*bar) bei einer Förderrate von 85 l/s im oberen Bereich im Vergleich zu weiteren Geothermiebohrungen im bayerischen Molassebecken (Abb. 5).

Die Bohrung Th3, die aufgrund der negativen Temperatur-Anomalie im Osten von München von Beginn an als potenzielle Reinjektionsbohrung vorgesehen war, zeigte während der Fördertests erwartungsgemäß deutlich niedrigere Thermalwassertemperaturen. Mit einer Produktivität im Endausbau von 12,5 l/(s*bar) bei einer Förderrate von 87 l/s hat die Bohrung Th3 jedoch die besten Voraussetzungen für die Reinjektion des thermisch abgekühlten Thermalwassers und zählt in Bezug auf ihre hydraulischen Eigenschaften mit zu den besten Bohrungen im Großraum München. Die erste Doppeldublette Deutschlands liefert damit in Unterföhring für die kommunale Wärmeversorgung zukünftig eine thermische Leistung von ca. 23 MWth.

Zukünftige Entwicklung in der Tiefengeothermie

Das Bohrprojekt Unterföhring Th3/Th4 zeigt das hohe Einsparpotenzial bei geothermischen Tiefbohrungen auf Dayrate-Basis. Bei dem für die Bohrarbeiten erzielten Bohrmeterpreis (ohne Testen und Bohrplatzbau) von durchschnittlich ca. 1.100 Euro nähert

man sich nach Einschätzung von Erdwerk dabei an eine Kostenuntergrenze für vergleichbare Geothermieprojekte dieser Erschließungstiefe an. Bei einzelnen Prozessen gibt es zwar noch ein Optimierungspotenzial, aber der Fokus wird sich in Zukunft vor allem darauf richten, sicherzustellen, dass sich diese ausgezeichneten Bohrzeiten wiederholen lassen. Entscheidend für die Wiederholung des Erfolgs ist die konsequente Verfolgung der Strategie, Qualität vor den Preis zu stellen, nicht bei der Planung zu sparen und auf eine intensive Betreuung der Bohrungen vor Ort zu setzen.

Literatur

[1] Savvatis, A., Böhm, F., Dorsch, K., Neudecker, M.: Vom Bauchgefühl zum Reservoirmanagement – Entwicklungen in der Tiefengeothermie; in: bbr-Sonderheft Geothermie 2012, Bonn

Autoren

David Lentsch
Dr. Franz Böhm
Dr. Klaus Dorsch
Dr. Achim Schubert
Erdwerk GmbH
hydrogeologie geothermie
Bonner Platz 1
80803 München
Tel.: 089 9616003-00
Fax: 089-9616003-69
office@erdwerk.com
www.erdwerk.com



Unser Know-how geht tiefer.

Wir planen, realisieren und betreiben Fernwärmever sorgungen auf geothermischer Basis.

STEAG New Energies GmbH
St. Johanner Straße 101-105
66115 Saarbrücken
Telefon +49 681 9494-9290
achim.kany@steag.com

steag

www.steag-newenergies.com